

(74) Vertreter: **Pfiz/Gauss Patentanwälte PartmbB**  
**Tübinger Strasse 26**  
**70178 Stuttgart (DE)**

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Erzeugung von elektrischer oder mechanischer Energie mit einer RC-Anlage, insbesondere mit einer ORC-Anlage, die einen Arbeitsmittelkreislauf für ein Arbeitsmittel hat, in dem ein Arbeitsmittelverdampfer sowie eine mit Arbeitsmitteldampf aus dem Arbeitsmittelverdampfer betriebene Expansionsmaschine und ein Kondensator angeordnet sind.

**[0002]** Unter einer RC-Anlage (RC = Rankine Cycle) im Sinne der Erfindung ist eine Anlage zu verstehen, in der mit einem thermodynamischen Kreisprozess unter Verwendung eines in einem Arbeitsmittelkreislauf geführten Arbeitsmittels, z.B. Wasser bzw. Wasserdampf, Wärme in mechanische oder elektrische Energie gewandelt wird.

**[0003]** Eine ORC-Anlage (ORC = Organic Rankine Cycle) ist eine RC-Anlage, die mit einem thermodynamischen Kreisprozess aus Wärme mechanische oder elektrische Energie erzeugt. In einer ORC-Anlage gibt es hierzu einen Arbeitsmittelkreislauf, der einem Wasserdampfkreislauf ähnlich ist. Als Arbeitsmittel enthält der Arbeitsmittelkreislauf hier jedoch nicht Wasserdampf, sondern üblicherweise organische Medien, z. B. Butan, Toluol, Silikonöl oder auch Ammoniak, die eine in Bezug auf Wasser niedrige Verdampfungstemperatur haben. Das Arbeitsmittel in einer ORC-Anlage wird in der Regel im flüssigen Aggregatzustand aus einem Arbeitsmittelbehälter in einen Arbeitsmittelverdampfer mittels einer Speisepumpe gefördert. Dort wird das flüssige Arbeitsmittel durch Wärmezufuhr in Arbeitsmitteldampf überführt, der dann in eine Expansionsmaschine gelangt, die z.B. als Dampfturbine ausgebildet sein kann. In der Expansionsmaschine wird das Arbeitsmittel unter Erzeugung von mechanischer Energie auf einen niedrigeren Druck entspannt und anschließend in einem Kondensator kondensiert, aus dem das flüssige Arbeitsmittel wieder in den Arbeitsmittelbehälter gelangt. Aus diesem wird das Arbeitsmittel in dem Arbeitsmittelkreislauf dann wieder dem Arbeitsmittelverdampfer zugeführt, wo es von neuem erwärmt und wieder verdampft wird. Es sei bemerkt, dass in einer ORC-Anlage als Arbeitsmittel auch Medien eingesetzt werden können, deren Verdampfungstemperatur höher ist als diejenige von Wasser. ORC-Anlagen können für das Erzeugen von elektrischer oder mechanischer Energie aus Wärme insbesondere dann vorteilhaft eingesetzt werden, wenn das zur Verfügung stehende Temperaturgefälle zwischen einer Wärmequelle und einer Wärmesenke zu niedrig ist, um eine Wärmekraftmaschine, etwa eine Turbine, mit Wasserdampf zu betreiben.

**[0004]** ORC-Anlagen werden nicht nur mit Wärme aus Verbrennungseinrichtungen betrieben. Die für das Betreiben einer ORC-Anlage erforderliche Wärme kann auch geothermisch gewonnen werden oder aus Solarkraftwerken stammen. ORC-Anlagen können darüber hinaus auch mit der Abwärme von Verbrennungskraftmaschinen (z.B. Hubkolbenmotoren) betrieben werden.

**[0005]** Die Effizienz von ORC-Anlagen nimmt in der Regel mit der Temperatur zu, bei der verdampftes Arbeitsmittel in der Expansionsmaschine entspannt. Der effizienter Betrieb von ORC-Anlagen ist insbesondere möglich, wenn die Temperatur  $T_E$  des Arbeitsmitteldampfs am Eingang der Expansionsmaschine in einem Bereich von ca.  $150^\circ\text{C} \leq T_E \leq 300^\circ\text{C}$  liegt. Es ist bekannt, dass die Effizienz einer ORC-Anlage gesteigert werden kann, wenn der Arbeitsmitteldampf nach dem Entspannen in der Expansionsmaschine durch einen Rekuperator geführt wird, in dem Restwärme aus dem Arbeitsmitteldampf auf dem Arbeitsmittelverdampfer zugeführtes flüssiges Arbeitsmittel übertragen wird.

**[0006]** Der Einsatz von Rekuperatoren in ORC-Anlagen ist mit erheblichen Investitionskosten verbunden, da diese hohen Temperaturen standhalten müssen und in diesen große Temperaturdifferenzen auftreten. Darüber hinaus hat der Einsatz von Rekuperatoren in einer ORC-Anlage die unvermeidliche Folge, dass zwischen der Expansionsmaschine und dem Kondensator ein Druckverlust auftritt, was sich auf die Leistung der Expansionsmaschine nachteilhaft auswirkt. Aufgrund der Vorwärmung des dem Arbeitsmittelverdampfer zugeführten Mediums im Rekuperator verringert sich außerdem die mittlere Temperaturdifferenz des Arbeitsmittelverdampfers, so dass dieser groß gebaut werden muss, damit ausreichend Arbeitsmitteldampf für die Expansionsmaschine zur Verfügung steht.

**[0007]** Außerdem ist bei Nutzung von gasförmigen Wärmequellen wie etwa Rauchgas für das Betreiben des Arbeitsmittelverdampfers eine deutlich geringere Auskühlung realisierbar als wenn in dem Arbeitsmittelverdampfer Wärme aus einem flüssigen Wärmeträgerfluid auf das in der ORC-Anlage eingesetzte Arbeitsmittel übertragen wird. In ORC-Anlagen mit einem Arbeitsmittelverdampfer, der die Verdampfungswärme aus einer gasförmigen Wärmequelle bezieht, wird deshalb verbreitet ein dem Arbeitsmittelverdampfer nachgeschalteter Wärmetauscher eingesetzt, der dazu dient, dem gasförmigen Wärmeträgerfluid, das den Arbeitsmittelverdampfer durchströmt, ausgangsseitig des Arbeitsmittelverdampfers darin enthaltene Restwärme zu entziehen.

**[0008]** Aus der US 2018/0353873 A1 ist eine Vorrichtung für das Erzeugen von elektrischer Energie bekannt, die einen Kondensator enthält, der aus einer Turbine strömenden Arbeitsmitteldampf abkühlt. In dem Kondensator wird dem Arbeitsmitteldampf isotherm Wärme entzogen, wobei das dampfförmige Arbeitsmittel zu flüssigem Arbeitsmittel kondensiert. Das flüssige Arbeitsmittel wird dann mittels einer Pumpe einem Verdampfer zugeführt, in dem das flüssige Arbeitsmittel durch Zufuhr der Abwärme aus Abgasen verdampft wird, um damit dann die Turbine zu betreiben.

**[0009]** In der DE 10 2017 125 355 B3 ist eine Vorrichtung für das Erzeugen von elektrischer Energie beschrieben, die einen Dampfkühler hat, in dem Arbeitsmitteldampf aus der Turbine kondensiert und damit abgekühlt wird.

**[0010]** Aufgabe der Erfindung ist es, eine Vorrichtung für das Erzeugen von elektrischer oder mechanischer Energie

mit einer RC-Anlage bereitzustellen, die bei reduzierten Investitionskosten mit gutem Wirkungsgrad betrieben werden kann.

**[0011]** Diese Aufgabe wird durch eine Vorrichtung für das Erzeugen von elektrischer oder mechanischer Energie nach Anspruch 1 und das Verfahren nach Anspruch 15 gelöst. Vorteilhafte Ausführungsformen und Weiterbildungen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

**[0012]** Eine erfindungsgemäße Vorrichtung für das Erzeugen von elektrischer oder mechanischer Energie enthält eine RC-Anlage. Diese RC-Anlage kann insbesondere als eine ORC-Anlage ausgebildet sein. Es gibt darin einen Arbeitsmittelkreislauf für ein Arbeitsmittel, in dem ein Arbeitsmittelverdampfer sowie eine mit Arbeitsmitteldampf aus dem Arbeitsmittelverdampfer betriebene Expansionsmaschine und ein Kondensator angeordnet sind. Zwischen der Expansionsmaschine und dem Kondensator ist in dem Arbeitsmittelkreislauf ein Dampfkühler angeordnet. Der Dampfkühler dient für das Umwandeln von aus der Expansionsmaschine strömendem Arbeitsmitteldampf in Arbeitsmittel-Sattdampf, den der Kondensator erhält, um daraus flüssiges Arbeitsmittel zu bilden.

**[0013]** Unter Arbeitsmitteldampf versteht die Erfindung Arbeitsmittel, dessen Aggregatzustand gasförmig ist. Als Arbeitsmittel-Sattdampf wird vorliegend gasförmiges Arbeitsmittel verstanden, das im thermodynamischen Gleichgewicht mit flüssigem Arbeitsmittel steht und auch als gesättigter Arbeitsmitteldampf bezeichnet wird. Als eine unterkühltes flüssiges Arbeitsmittel wird vorliegend flüssiges Arbeitsmittel verstanden, dessen Temperatur unterhalb des Arbeitsmittel-Siedepunkts liegt. Unter gesättigtem flüssigen Arbeitsmittel versteht die Erfindung flüssiges Arbeitsmittel bei Temperatur und Druck am Übergang zwischen dem flüssigen und gasförmigen Aggregatzustand des Arbeitsmittels.

**[0014]** Der Erfindung liegt der Gedanke zugrunde, dass die technischen Anforderungen an den Kondensator in einer RC-Anlage, insbesondere in einer ORC-Anlage abgesenkt werden können, wenn dieser für das Kondensieren nur Sattdampf erhält und nicht mit überhitztem Dampf beaufschlagt wird, der zu großen Temperaturdifferenzen in dem Kondensator führt. Eine Idee der Erfindung ist es insbesondere, die Temperatur von flüssigem Arbeitsmittel, das der Arbeitsmittelverdampfer in einer RC-Anlage, insbesondere einer ORC-Anlage erhält, gegenüber der Temperatur von Arbeitsmittel in einer solchen Anlage abzusenken, die mit einem Rekuperator betrieben wird. Auf diese Weise lässt sich durch Übertragen der in einem Abgasstrom mitgeführten Wärme auf das Arbeitsmittel in dem Arbeitsmittelverdampfer erreichen, dass dem Abgasstrom die Wärme ohne einem dem Arbeitsmittelverdampfer nachgeschalteten Abgas-Wärmetauscher entzogen werden kann.

**[0015]** Der Dampfkühler kann einen Druckbehälter haben, der einen ersten Anschluss für das Zuführen von Arbeitsmitteldampf aus der Expansionsmaschine in den Druckbehälter, einen zweiten mit dem Kondensator kommunizierenden Anschluss für das Bereitstellen von Arbeitsmittel-Sattdampf an den Kondensator und einen dritten Anschluss für das Ausleiten von flüssigem Arbeitsmittel hat, das der Arbeitsmittelverdampfer erhält.

**[0016]** Von Vorteil ist es, wenn in dem Druckbehälter ein Sattdampf-Reservoir für das Aufnehmen von Arbeitsmittel-Sattdampf und ein mit diesem Reservoir kommunizierendes Flüssigkeit-Reservoir für das Aufnehmen von flüssigem Arbeitsmittel ausgebildet ist.

**[0017]** Bevorzugt ist die Einrichtung für das Einleiten des Arbeitsmitteldampfs aus der Expansionsmaschine in flüssiges Arbeitsmittel dazu ausgebildet, den Arbeitsmitteldampf aus der Expansionsmaschine unterhalb eines Füllstandsniveaus des flüssigen Arbeitsmittels in dem Flüssigkeit-Reservoir in das flüssige Arbeitsmittel einzuleiten.

**[0018]** Insbesondere ist es von Vorteil, wenn der erste Anschluss für das Zuführen von Arbeitsmitteldampf aus der Expansionsmaschine durch eine Einrichtung für das Einleiten des Arbeitsmitteldampfs aus der Expansionsmaschine in flüssiges Arbeitsmittel mit dem Flüssigkeit-Reservoir verbunden ist.

**[0019]** Auf diese Weise kann der Strömungswiderstand für durch den Arbeitsmittelkreislauf bewegten Arbeitsmittel beim Übertragen von Wärme geringgehalten werden. Darüber hinaus lässt sich auf diese Weise erreichen, dass der Kondensator keinen übermäßig hohen Temperaturen und nur kleinen Drücken standhalten muss, so dass dieser z.B. als ein gelöteter Plattenwärmetauscher ausgebildet sein kann. Auf diese Weise wird auch erreicht, dass der Arbeitsmittelverdampfer kompakt gebaut werden kann, da er kein in einem Rekuperator vorgewärmtes Arbeitsmittel erhält, so dass eine erhöhte Quellenauskühlung möglich ist. Auf einen zusätzlichen Abgaswärmetauscher für das Absenken der Temperatur des Gasstroms kann dann verzichtet werden.

**[0020]** Da das Arbeitsmittel auch bei Ausfall des Dampfkühlers durch den Kondensator geführt ist, ermöglicht die Anlage in diesem Fall noch einen Notbetrieb und hat deshalb eine gute Ausfallsicherheit. Entsprechend gilt dies bei Ausfall des Kondensators, da der Arbeitsmittelverdampfer noch flüssiges Arbeitsmittel aus dem Dampfkühler erhalten kann.

**[0021]** Die Einrichtung für das Einleiten des Arbeitsmitteldampfs aus der Expansionsmaschine in flüssiges Arbeitsmittel weist bevorzugt mehrere Rohre, die ein Rohrbündel bilden können und die in das Flüssigkeit-Reservoir ragen. Die Rohre haben dabei jeweils eine Eintrittsöffnung für Arbeitsmitteldampf aus der Expansionsmaschine und eine Austrittsöffnung für das Einströmen von Arbeitsmitteldampf in flüssiges Arbeitsmittel in dem Flüssigkeit-Reservoir. Die entsprechenden Rohre können durch das Sattdampf-Reservoir geführt sein.

**[0022]** Die Vorrichtung für das Erzeugen von elektrischer oder mechanischer Energie kann ein Arbeitsmitteldampf-Reservoir haben, das durch die Vielzahl von Rohren mit dem Flüssigkeit-Reservoir kommuniziert. Dabei kann der erste

Anschluss für das Zuführen von Arbeitsmitteldampf aus der Expansionsmaschine durch einen Dampfkanal mit dem Flüssigkeitsreservoir kommunizieren, der in einem porösen Körper ausgebildet ist.

[0023] Es ist auch möglich, dass der erste Anschluss für das Zuführen von Arbeitsmitteldampf aus der Expansionsmaschine durch einen Dampfkanal mit dem Flüssigkeitsreservoir kommuniziert, der in einen Plattenstapel mit darin ausgebildeten Dampfkanälen mündet.

[0024] Darüber hinaus ist es möglich, dass der erste Anschluss für das Zuführen von Arbeitsmitteldampf aus der Expansionsmaschine durch einen Dampfkanal mit dem Flüssigkeitsreservoir kommuniziert, wobei der Dampfkanal in einem einseitig abgeschlossenen Rohrkörper mit Mikroöffnungen verläuft.

[0025] Der Druckbehälter kann einen vierten Anschluss für das Einleiten von flüssigem Arbeitsmittel aus dem Kondensator in das Flüssigkeit-Reservoir haben.

[0026] Es kann eine Rückführleitung vorgesehen sein, die dazu ausgebildet ist, in dem Kondensator gebildetes flüssiges Arbeitsmittel zu dem Dampfkühler zurück zu führen.

[0027] Von Vorteil ist es, wenn der Kondensator als ein Plattenwärmetauscher ausgebildet ist, der dem Arbeitsmittel-Sattdampf Wärme entzieht und auf durch den Plattenwärmetauscher strömendes Kühlwasser überträgt. Für das Fördern von flüssigem Arbeitsmittel aus dem Druckbehälter in den Arbeitsmittelverdampfer kann eine Speisepumpe vorgesehen sein.

[0028] Der Arbeitsmittelverdampfer kann als ein Wärmetauscher ausgebildet sein, der Wärme aus einem durch den Wärmetauscher strömenden Fluid auf das Arbeitsmittel überträgt. Das strömende Fluid kann z.B. ein gasförmiges Fluid, insbesondere Rauchgas sein.

[0029] Bei einem erfindungsgemäßen Verfahren für das Betreiben eines Arbeitsmittelkreislaufs, in dem flüssiges Arbeitsmittel verdampft und als dampfförmiges Arbeitsmittel einer Expansionsmaschine zugeführt wird, in der das Arbeitsmittel entspannt wird, wird das in der Expansionsmaschine entspannte Arbeitsmittel zunächst durch Abkühlen in einem Dampfkühler in Arbeitsmittel-Sattdampf und erst darauf durch Kondensieren in einem Kondensator in flüssiges Arbeitsmittel überführt, das wieder verdampft und für das Entspannen an die Expansionsmaschine bereitgestellt wird.

[0030] Von Vorteil ist es, wenn in dem Kondensator gebildetes flüssiges Arbeitsmittel zu dem Dampfkühler zurückgeführt wird.

[0031] Insbesondere ist es von Vorteil, wenn Arbeitsmitteldampf aus der Expansionsmaschine unterhalb eines Füllstandniveaus des flüssigen Arbeitsmittels in einem Flüssigkeit-Reservoir des Druckbehälters in das flüssige Arbeitsmittel eingeleitet wird.

[0032] Auf diese Weise kann der Strömungswiderstand für durch den Arbeitsmittelkreislauf bewegtes Arbeitsmittel beim Übertragen von Wärme geringgehalten werden. Darüber hinaus lässt sich auf diese Weise erreichen, dass der Kondensator keinen übermäßig hohen Temperaturen und nur kleinen Drücken standhalten muss, so dass dieser z.B. als ein gelöteter Plattenwärmetauscher ausgebildet sein kann. Auf diese Weise wird auch erreicht, dass der Arbeitsmittelverdampfer kompakt gebaut werden kann, da er kein in einem Rekuperator vorgewärmtes Arbeitsmittel erhält, so dass eine erhöhte Quellenauskuhlung möglich ist. Auf einen zusätzlichen Abgaswärmetauscher für das Absenken der Temperatur des Gasstroms kann dann verzichtet werden.

[0033] Da das Arbeitsmittel auch bei Ausfall des Dampfkühlers durch den Kondensator geführt ist, ermöglicht die Anlage in diesem Fall noch einen Notbetrieb und hat deshalb eine gute Ausfallsicherheit. Entsprechend gilt dies bei Ausfall des Kondensators, da der Arbeitsmittelverdampfer noch flüssiges Arbeitsmittel aus dem Dampfkühler erhalten kann.

[0034] Die RC-Anlage oder ORC-Anlage in der erfindungsgemäßen Vorrichtung kann sowohl als kleine oder auch große Hausanlage, als große industrielle Anlage oder als Kraftwerksanlage etwa für Kommunen ausgelegt werden. Unter einer Hausanlage wird hier eine Anlage verstanden, mit der die Energieversorgung einschließlich der Klimatisierung von Bürogebäuden, Garagen, und Krankenhäusern gewährleistet werden kann. Als eine industrielle Anlage wird vorliegend eine Anlage bezeichnet, die industrielle Fertigungsanlagen, insbesondere Fertigungsanlagen der Automobilindustrie, z.B. Lackieranlagen mit elektrischer Energie versorgt, für die nicht nur Strom sondern auch Wärme auf unterschiedlichen Temperaturniveaus bereitgestellt werden muss, um die Anlage betreiben zu können. Die erfindungsgemäße Vorrichtung hat einen einfachen apparativen Aufbau. Die entsprechenden Investitionskosten sind deshalb gering. Eine erfindungsgemäße Vorrichtung kann deshalb mit niedrigen Betriebskosten arbeiten. Eine erfindungsgemäße Vorrichtung eignet sich insbesondere für den Betrieb in niedrigen Leistungsbereichen für Energie und Wärme.

[0035] Vorteilhafte Ausführungsformen der Erfindung sind in den Zeichnungen dargestellt und werden nachfolgend beschrieben.

[0036] Es zeigen:

Fig. 1 eine erste Vorrichtung zum Erzeugen von Energie mit einer ORC-Anlage;

Fig. 2 eine vergrößerte Ansicht einer Einrichtung für das Einleiten von Arbeitsmitteldampf in flüssiges Arbeitsmittel in einem Dampfkühler der ersten Vorrichtung;

Fig. 3 eine zweite Vorrichtung zum Erzeugen von Energie mit einer ORC-Anlage;

Fig. 4 eine dritte Vorrichtung zum Erzeugen von Energie mit einer ORC-Anlage;

5 Fig. 5 eine vergrößerte Ansicht einer Einrichtung für das Einleiten von Arbeitsmitteldampf in flüssiges Arbeitsmittel in einem Dampfkühler der dritten Vorrichtung;

Fig. 6 eine vierte Vorrichtung zum Erzeugen von Energie mit einer ORC-Anlage; und

10 Fig. 7 eine vergrößerte Ansicht einer Einrichtung für das Einleiten von Arbeitsmitteldampf in flüssiges Arbeitsmittel in einem Dampfkühler der vierten Vorrichtung.

**[0037]** Die in der Fig. 1 gezeigte erste Vorrichtung 10 zur Erzeugung von elektrischer oder mechanischer Energie enthält eine ORC-Anlage mit einem Arbeitsmittelkreislauf 12 für ein Arbeitsmittel, in dem ein Arbeitsmittelverdampfer 14 für das Verdampfen des Arbeitsmittels sowie eine mit Arbeitsmitteldampf aus dem Arbeitsmittelverdampfer 14 betriebene Expansionsmaschine 16 in Form einer Gasturbine und ein Kondensator 18 angeordnet sind, der für das Kondensieren des Arbeitsmittels-Sattdampfs zu flüssigem Arbeitsmittel dient. Das Arbeitsmittel kann z.B. Ethylbenzol sein. Es ist jedoch auch möglich, in dem Arbeitsmittelkreislauf als Arbeitsmittel Butan, Toluol, Silikonöl oder auch Ammoniak zu verwenden. Die Expansionsmaschine 16 hat eine Abtriebswelle, die für das Übertragen von mechanischer Energie auf einen Verbraucher dient. Um elektrische Energie zu erzeugen, kann die Expansionsmaschine 16 z.B. mit einem elektrischen Generator verbunden sein.

**[0038]** In dem Arbeitsmittelkreislauf 12 befindet sich zwischen der Expansionsmaschine 16 und dem Kondensator 18 ein Dampfkühler 20. Der Dampfkühler 20 hat die technische Funktion, aus der Expansionsmaschine 16 strömenden Arbeitsmitteldampf 35, der z.B. bei der Temperatur  $T \approx 270^\circ\text{C}$  überhitzt sein kann, durch Abkühlen in Arbeitsmittel-Sattdampf umzuwandeln, das der Kondensator 18 erhält.

**[0039]** Der Dampfkühler 20 hat einen Druckbehälter 22 mit einem ersten Anschluss 24 für das Zuführen von Arbeitsmitteldampf aus der Expansionsmaschine 16. Der Druckbehälter 22 des Dampfkühlers 20 hat einen zweiten Anschluss 26, der mit dem Kondensator 18 für das Bereitstellen von Arbeitsmittel-Sattdampf an den Druckbehälter 22 verbunden ist. Der Druckbehälter 22 weist einen dritten Anschluss 28 auf, durch den flüssiges Arbeitsmittel 30 aus dem Druckbehälter 22 ausgeleitet werden kann, um dieses an den Arbeitsmittelverdampfer 14 durch eine Förderleitung mit einer Speisepumpe 32 an den Arbeitsmittelverdampfer 14 zu führen.

**[0040]** In dem Druckbehälter 22 gibt es ein Sattdampf-Reservoir 34, das für das Aufnehmen von Arbeitsmittel-Sattdampf 36 dient, und ein mit dem Sattdampf-Reservoir 34 kommunizierendes Flüssigkeit-Reservoir 38, das ein Füllstands-niveau 39 hat, bis zu dem es mit flüssigem Arbeitsmittel 30 angefüllt ist und dessen technische Funktion das Aufnehmen von flüssigem Arbeitsmittel 30 ist.

**[0041]** Der erste Anschluss 24 für das Zuführen von Arbeitsmitteldampf aus der Expansionsmaschine 16 ist durch eine Einrichtung 40 für das Einleiten des Arbeitsmitteldampfs aus der Expansionsmaschine 16 in flüssiges Arbeitsmittel 30 mit dem Flüssigkeit-Reservoir 38 verbunden. Die Einrichtung 40 für das Einleiten des Arbeitsmitteldampfs aus der Expansionsmaschine 16 in flüssiges Arbeitsmittel mit dem Flüssigkeit-Reservoir weist mehrere Rohre 42 auf, ein Rohrbündel bilden und in das Flüssigkeit-Reservoir 38 ragen.

**[0042]** Die Fig. 2 ist eine vergrößerte Ansicht der Einrichtung 40 für das Einleiten des Arbeitsmitteldampfs aus der Expansionsmaschine 16 in flüssiges Arbeitsmittel 30. Die Rohre 42 haben jeweils eine Eintrittsöffnung 44 für Arbeitsmitteldampf aus der Expansionsmaschine 16 und weisen eine Austrittsöffnung 46 für das Einströmen von Arbeitsmitteldampf in flüssiges Arbeitsmittel in dem Flüssigkeit-Reservoir 38 auf.

**[0043]** Die Rohre 42 sind in dem Druckbehälter 22 aus einem Druckbehälter-Registerabschnitt 48 in das Flüssigkeit-Reservoir 38 geführt und durchsetzen dabei das Sattdampf-Reservoir 34. Die Austrittsöffnung 46 der Rohre 42 taucht in das flüssige Arbeitsmittel in dem Flüssigkeit-Reservoir 38 ein. Der Druckbehälter-Registerabschnitt 48 ist von dem von dem Sattdampf-Reservoir 36 des Druckbehälters 24 mittels einer Trennwand 37 fluiddicht getrennt. Die Rohre 42 verlaufen aus dem Druckbehälter-Registerabschnitt 48 zu dem Flüssigkeit-Reservoir 38 und durchsetzen dabei das in dem Druckbehälter 22 ausgebildete Sattdampf-Reservoir 34.

**[0044]** Das bei einem Druck  $p_A \approx 14$  bar an die Expansionsmaschine 16 bereitgestellte dampfförmige Arbeitsmittel wird in der Expansionsmaschine auf einem Druck  $p_E \approx 0,2$  bar entspannt und gelangt als Arbeitsmitteldampf 35 in durch den ersten Anschluss 24 des Druckbehälters 22 in den in den Druckbehälter-Registerabschnitt 48. Dort strömt es durch die Eintrittsöffnung 44 der Rohre 42 und gelangt durch diese in das Flüssigkeit-Reservoir 38, in das es durch die Austrittsöffnung 46 der Rohre 42 in das flüssige Arbeitsmittel 30 einströmt. Da der Druck  $p_E \approx 0,2$  bar am Ausgang der Expansionsmaschine 16 etwas größer ist als der hydrostatische Druck des flüssigen Arbeitsmittels 30, kann der Arbeitsmitteldampf 35 in das flüssige Arbeitsmittel 30 gelangen, wobei sich kleine Dampfblasen 47 bilden, die in das Sattdampf-Reservoir 34 aufsteigen und dabei durch Kontakt mit dem flüssigen Arbeitsmittel 30 auf dieses Wärme übertragen.

**[0045]** Aus dem Sattedampf-Reservoir 34 des Druckbehälters 22 gelangt der Arbeitsmittel-Sattedampf durch den zweiten Anschluss 26 des Druckbehälters 22 über eine Zuführleitung 27 in den Kondensator 18. In dem Kondensator 18 kondensiert der Arbeitsmittel-Sattedampf 36 zu flüssigem Arbeitsmittel 30, das aus dem Kondensator 18 über eine Rückführleitung 49 in den Druckbehälter 22 durch einen vierten Anschluss 50 zurückgeführt wird. Das flüssige Arbeitsmittel 30 wird durch den vierten Anschluss 50 des Druckbehälters 22 in das darin ausgebildete Flüssigkeit-Reservoir 38 geführt.

Über die Rückführleitung 49 und den vierten Anschluss 50 gelangt das flüssige Arbeitsmittel 30

**[0046]** Der Kondensator 18 ist als ein Plattenwärmetauscher ausgebildet, der die Wärme des Arbeitsmittel-Sattedampfs auf Kühlwasser überträgt, das den Plattenwärmetauscher durchströmt und an diesen durch eine Kühlwasserleitung 52 bereitgestellt wird.

**[0047]** Das mittels der Speisepumpe 32 dem Arbeitsmittelverdampfer 14 zugeführte flüssige Arbeitsmittel nimmt in dem Arbeitsmittelverdampfer 14 Wärme aus einem Wärmeträgerfluid 54 auf, wobei der Aggregatzustand des Arbeitsmittels aus dem flüssigen Zustand in den gasförmigen Zustand übergeht. Das Wärmeträgerfluid 54 ist hier das Abgas aus einem Verbrennungsprozess. Zu bemerken ist, dass das Wärmeträgerfluid grundsätzlich auch ein anderes Fluid, insbesondere eine Flüssigkeit sein kann.

**[0048]** Die in der Fig. 3 gezeigte zweite Vorrichtung 10' zum Erzeugen von Energie mit einer ORC-Anlage hat einen gegenüber dem Dampfkühler 20 in der ersten Vorrichtung 10 abgewandelten Dampfkühler 20'. Einander entsprechende Baugruppen und Elemente in Fig. 1 und Fig. 3 sind durch gleiche Zahlen als Bezugszeichen kenntlich gemacht.

**[0049]** Der Dampfkühler 20' hat einen Druckbehälter 22 mit einem ersten Anschluss 24 für das Zuführen von Arbeitsmitteldampf aus der Expansionsmaschine 16 und einen zweiten Anschluss 26, der mit dem Kondensator 18 für das Bereitstellen von Arbeitsmittel-Sattedampf an den Druckbehälter 22 verbunden ist. Der Druckbehälter 22 weist einen dritten Anschluss 28 auf, durch den flüssiges Arbeitsmittel 30 aus dem Druckbehälter 22 ausgeleitet werden kann, um dieses an den Arbeitsmittelverdampfer durch eine Förderleitung 30 mit einer Speisepumpe 32 an den Arbeitsmittelverdampfer 14 zu führen.

**[0050]** In dem Druckbehälter 24 gibt es ein Sattedampf-Reservoir 34, das für das Aufnehmen von Arbeitsmittel-Sattedampf dient, und ein mit diesem Reservoir kommunizierendes Flüssigkeit-Reservoir 38, dessen technische Funktion das Aufnehmen von flüssigem Arbeitsmittel ist.

**[0051]** Der erste Anschluss 26 für das Zuführen von Arbeitsmitteldampf aus der Expansionsmaschine 16 ist durch eine Einrichtung 40' für das Einleiten des Arbeitsmitteldampfs aus der Expansionsmaschine 16 in flüssiges Arbeitsmittel mit dem Flüssigkeit-Reservoir 36 verbunden. Die Einrichtung 40' für das Einleiten des Arbeitsmitteldampfs aus der Expansionsmaschine 16 in flüssiges Arbeitsmittel mit dem Flüssigkeit-Reservoir hat einen Dampfkanal 56, der durch einen in das Flüssigkeits-Reservoir 36 in dem Druckbehälter 22 ragenden porösen Körper 58 mit dem Flüssigkeits-Reservoir 38 kommuniziert. Der poröse Körper 58 taucht in das flüssige Arbeitsmittel 30 in dem Flüssigkeits-Reservoir 38 ein. Die technische Funktion des porösen Körpers 58 ist, dass durch diesen der Arbeitsmitteldampf aus der Expansionsmaschine 16 fein verteilt in das flüssige Arbeitsmittel 30 in dem Flüssigkeits-Reservoir 36 gelangen kann, so dass das Übertragen von Wärme über eine große Oberfläche auf das flüssige Arbeitsmittel 30 in dem Flüssigkeits-Reservoir 38 erfolgt. Wiederum bilden sich hier in dem flüssigen Arbeitsmittel 30 kleine Dampfblasen 47, die in das Sattedampf-Reservoir 34 aufsteigen und dabei durch Kontakt mit dem flüssigen Arbeitsmittel 30 auf dieses Wärme übertragen.

**[0052]** Die in der Fig. 4 gezeigte dritte Vorrichtung 10" zum Erzeugen von Energie mit einer ORC-Anlage hat ebenfalls einen gegenüber dem Dampfkühler 20 in der ersten Vorrichtung 10 abgewandelten Dampfkühler 20". Einander entsprechende Baugruppen und Elemente in Fig. 1 und Fig. 3 sowie Fig. 4 sind durch gleiche Zahlen als Bezugszeichen kenntlich gemacht.

**[0053]** Der erste Anschluss 26 für das Zuführen von Arbeitsmitteldampf aus der Expansionsmaschine 16 ist hier durch eine Einrichtung 40" für das Einleiten des Arbeitsmitteldampfs aus der Expansionsmaschine 16 in flüssiges Arbeitsmittel mit dem Flüssigkeit-Reservoir 38 verbunden. Die Einrichtung 40" für das Einleiten des Arbeitsmitteldampfs aus der Expansionsmaschine 16 in flüssiges Arbeitsmittel 30 mit dem Flüssigkeit-Reservoir hat hier einen Dampfkanal 58, der durch einen in das Flüssigkeits-Reservoir 38 in dem Druckbehälter 22 ragenden Verteilerkörper 60 mit dem Flüssigkeits-Reservoir 38 kommuniziert. Der Verteilerkörper 60 taucht in das flüssige Arbeitsmittel 30 in dem Flüssigkeit-Reservoir 38 ein.

**[0054]** Die Fig. 5 ist eine vergrößerte Ansicht der Einrichtung 40" für das Einleiten des Arbeitsmitteldampfs aus der Expansionsmaschine 16 in flüssiges Arbeitsmittel 30. Der Dampfkanal 58 mündet hier in einen Verteilerkörper 60 mit einer Flachkanalanordnung in einem Plattenstapel nach Art eines Plattenwärmetauschers. In dem Verteilerkörper 60 strömt der Arbeitsmitteldampf aus dem Dampfkanal 58 durch stapelförmig angeordnete Flachkanäle, die jeweils eine schlitzförmige Öffnung 62 haben, durch die der Arbeitsmitteldampf aus dem Dampfkanal 58 in das flüssige flüssiges Arbeitsmittel 30 in der mittels der Pfeile 64 kenntlich gemachten Richtung in dem Flüssigkeit-Reservoir 38 gelangen kann.

**[0055]** Der Dampfkanal 58 kommuniziert über die Flachkanäle mit dem Flüssigkeits-Reservoir 38. Da der Druck  $p_E \approx 0,2$  bar am Ausgang der Expansionsmaschine 16 etwas größer ist als der hydrostatische Druck des flüssigen Arbeitsmittels 30, kann der Arbeitsmitteldampf 35 in das flüssige Arbeitsmittel 30 gelangen, wobei sich kleine Dampfblasen 47 bilden, die in das Sattedampf-Reservoir 34 aufsteigen und dabei durch Kontakt mit dem flüssigen Arbeitsmittel 30 auf

dieses Wärme übertragen. Die technische Funktion der stapelförmig angeordneten Flachkanäle ist hier, dass durch diese der Arbeitsmitteldampf aus der Expansionsmaschine 16 fein verteilt als Dampfblasen 47 in das flüssige Arbeitsmittel in dem Flüssigkeits-Reservoir 38 gelangen kann, damit das Übertragen von Wärme wiederum über eine große Oberfläche auf das flüssige Arbeitsmittel in dem Flüssigkeits-Reservoir erfolgt.

**[0056]** Die in der Fig. 6 gezeigte vierte Vorrichtung 10''' zum Erzeugen von Energie mit einer ORC-Anlage hat ebenfalls einen gegenüber dem Dampfkühler 20 in der ersten Vorrichtung 10 abgewandelten Dampfkühler 20'''. Einander entsprechende Baugruppen und Elemente in Fig. 1, Fig. 3 und Fig. 4 sind durch gleiche Zahlen als Bezugszeichen kenntlich gemacht.

**[0057]** Der erste Anschluss 24 für das Zuführen von Arbeitsmitteldampf aus der Expansionsmaschine 16 ist hier durch eine Einrichtung 40''' für das Einleiten des Arbeitsmitteldampfs aus der Expansionsmaschine 16 in flüssiges Arbeitsmittel mit dem Flüssigkeit-Reservoir 38 verbunden. Die Einrichtung 40''' für das Einleiten des Arbeitsmitteldampfs aus der Expansionsmaschine 16 in flüssiges Arbeitsmittel mit dem Flüssigkeit-Reservoir hat hier einen Dampfkanal 56, der in einem einseitig abgeschlossenen Rohrkörper 66 mit Mikroöffnungen 68 verläuft.

**[0058]** Die Fig. 7 ist eine vergrößerte Ansicht der Einrichtung 40''' für das Einleiten von Arbeitsmitteldampf in flüssiges Arbeitsmittel in den Dampfkühler der vierten Vorrichtung.

**[0059]** Der Rohrkörper 66 taucht hier wiederum in das flüssige Arbeitsmittel 30 in dem Flüssigkeit-Reservoir 38 in dem Druckbehälter 22 ein. Da der Druck  $p_E \approx 0,2$  bar am Ausgang der Expansionsmaschine 16 etwas größer ist als der hydrostatische Druck des flüssigen Arbeitsmittels 30, kann der Arbeitsmitteldampf 35 in das flüssige Arbeitsmittel 30 gelangen, wobei sich kleine Dampfblasen 47 bilden, die in das Sattedampf-Reservoir 34 aufsteigen und dabei durch Kontakt mit dem flüssigen Arbeitsmittel 30 auf dieses Wärme übertragen. Die technische der Mikroöffnungen in dem Rohrkörper 66 ausgebildeten Mikroöffnungen 68 ist, dass durch diese der Arbeitsmitteldampf aus der Expansionsmaschine 16 fein verteilt als Dampfblasen 47 in das flüssige Arbeitsmittel 30 in dem Flüssigkeits-Reservoir 38 gelangen kann, damit das Übertragen von Wärme wiederum über eine große Oberfläche auf das flüssige Arbeitsmittel 30 in dem Flüssigkeits-Reservoir 38 erfolgt.

**[0060]** Zusammenfassend sind insbesondere folgende bevorzugte Merkmale festzuhalten: Eine Vorrichtung 10, 10', 10'', 10''' für das Erzeugen von elektrischer oder mechanischer Energie enthält eine RC-Anlage. Die RC-Anlage kann insbesondere als eine ORC-Anlage ausgebildet sein. Die RC-Anlage hat einen Arbeitsmittelkreislauf 12 für ein Arbeitsmittel, in dem ein Arbeitsmittelverdampfer 14 sowie eine mit Arbeitsmitteldampf aus dem Arbeitsmittelverdampfer 14 betriebene Expansionsmaschine 16 und ein Kondensator 18 angeordnet sind. Zwischen der Expansionsmaschine 16 und dem Kondensator 18 befindet sich in dem Arbeitsmittelkreislauf 12 ein Dampfkühler 20, 20', 20'', 20'''. Der Dampfkühler 20, 20', 20'', 20''' dient für das Umwandeln von aus der Expansionsmaschine 16 strömendem Arbeitsmitteldampf in Arbeitsmittel-Sattedampf 36, den der Kondensator 18 erhält, um daraus flüssiges Arbeitsmittel 30 zu bilden. Beim Betreiben eines Arbeitsmittelkreislaufs 12, in dem flüssiges Arbeitsmittel 30 verdampft und als dampfförmiges Arbeitsmittel einer Expansionsmaschine 16 zugeführt wird, in der das Arbeitsmittel entspannt wird, wird das in der Expansionsmaschine 16 entspannte Arbeitsmittel zunächst durch Abkühlen in einem Dampfkühler 20, 20', 20'', 20''' in Arbeitsmittel-Sattedampf 36 und erst darauf durch Kondensieren in einem Kondensator 18 in flüssiges Arbeitsmittel 30 überführt, das wieder verdampft und für das Entspannen an die Expansionsmaschine 16 bereitgestellt wird.

#### **Bezugszeichenliste**

##### **[0061]**

10; 10', 10'', 10'''	Vorrichtung zur Erzeugung von elektrischer oder mechanischer Energie
12	Arbeitsmittelkreislauf
14	Arbeitsmittelverdampfer
16	Expansionsmaschine
18	Kondensator
20, 20', 20'', 20'''	Dampfkühler
22	Druckbehälter
24	erster Anschluss
26	zweiter Anschluss
27	Zuführleitung
28	dritter Anschluss
30	flüssiges Arbeitsmittel
32	Speisepumpe
34	Sattedampf-Reservoir
35	Arbeitsmitteldampf
36	Arbeitsmittel-Sattedampf
37	Trennwand

38	Flüssigkeit-Reservoir
39	Füllstandsniveau
40, 40', 40", 40'''	Einrichtung für das Einleiten von Arbeitsmitteldampf in flüssiges Arbeitsmittel
42	Rohr
5 44	Eintrittsöffnung
46	Austrittsöffnung
47	Dampfblase
48	Druckbehälter-Registerabschnitt
49	Rückführleitung
10 50	vierter Anschluss
52	Kühlwasserleitung
54	Wärmeträgerfluid
56	Dampfkanal
58	poröser Körper
15 60	Verteilerkörper
62	Öffnung
64	Pfeil
66	Rohrkörper
68	Mikroöffnung
20	

## Patentansprüche

- 25 1. Vorrichtung (10, 10', 10", 10''') für das Erzeugen von elektrischer oder mechanischer Energie  
mit einer RC-Anlage, insbesondere mit einer ORC-Anlage, die einen Arbeitsmittelkreislauf (12) für ein Arbeitsmittel hat, in dem ein Arbeitsmittelverdampfer (14) sowie eine mit Arbeitsmitteldampf aus dem Arbeitsmittelverdampfer (14) betriebene Expansionsmaschine (16) und ein Kondensator (18) angeordnet sind,  
**gekennzeichnet durch**  
30 einen in dem Arbeitsmittelkreislauf (12) zwischen der Expansionsmaschine (16) und dem Kondensator (18) angeordneten Dampfkühler (20, 20', 20", 20'''), der für das Umwandeln von aus der Expansionsmaschine (16) strömendem Arbeitsmitteldampf in Arbeitsmittel-Sattdampf (36) dient, den der Kondensator (18) erhält, um daraus flüssiges Arbeitsmittel (30) zu bilden.
- 35 2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **gekennzeichnet durch** eine Rückführleitung (49), die dazu ausgebildet ist, in dem Kondensator (18) gebildetes flüssiges Arbeitsmittel (30) zu dem Dampfkühler (20, 20', 20", 20''') zurück zu führen.
- 40 3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Dampfkühler (20, 20', 20", 20''') einen Druckbehälter (22) hat, der einen ersten Anschluss (24) für das Zuführen von Arbeitsmitteldampf aus der Expansionsmaschine (16) in den Druckbehälter (22), einen zweiten mit dem Kondensator (18) kommunizierenden Anschluss (26) für das Bereitstellen von Arbeitsmittel-Sattdampf (36) an den Kondensator (18) und einen dritten Anschluss (28) für das Ausleiten von flüssigem Arbeitsmittel (30) hat, das der Arbeitsmittelverdampfer (14) erhält.
- 45 4. Vorrichtung nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** in dem Druckbehälter (22) ein Sattdampf-Reservoir (34) für das Aufnehmen von Arbeitsmittel-Sattdampf (36) und ein mit diesem Reservoir kommunizierendes Flüssigkeit-Reservoir (38) für das Aufnehmen von flüssigem Arbeitsmittel (30) vorliegt.
- 50 5. Vorrichtung nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** der erste Anschluss (24) für das Zuführen von Arbeitsmitteldampf (35) aus der Expansionsmaschine (16) durch eine Einrichtung (20, 20', 20", 20''') für das Einleiten des Arbeitsmitteldampfs aus der Expansionsmaschine (16) in flüssiges Arbeitsmittel (30) mit dem Flüssigkeit-Reservoir (38) verbunden ist.
- 55 6. Vorrichtung nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Einrichtung (20, 20', 20", 20''') für das Einleiten des Arbeitsmitteldampfs (35) aus der Expansionsmaschine (16) in flüssiges Arbeitsmittel (30) dazu ausgebildet ist, den Arbeitsmitteldampf aus der Expansionsmaschine (16) unterhalb eines Füllstandsniveaus (39) des flüssigen Arbeitsmittels (30) in dem Flüssigkeit-Reservoir (38) in das flüssige Arbeitsmittel (30) einzuleiten.
7. Vorrichtung nach Anspruch 5 oder 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Einrichtung (20) für das Einleiten des



Arbeitsmitteldampfs (35) aus der Expansionsmaschine (16) in flüssiges Arbeitsmittel (30) mit dem Flüssigkeit-Reservoir (38) mehrere Rohre (42) aufweist, die in das Flüssigkeit-Reservoir (38) ragen und jeweils eine Eintrittsöffnung (44) für Arbeitsmitteldampf (35) aus der Expansionsmaschine (16) und eine Austrittsöffnung (46) für das Einströmen von Arbeitsmitteldampf (35) in flüssiges Arbeitsmittel (30) in dem Flüssigkeit-Reservoir (38) haben.

- 5  
8. Vorrichtung nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Rohre (42) durch das Sattdampf-Reservoir (34) geführt sind.
- 10  
9. Vorrichtung nach Anspruch 8 oder Anspruch 7, **gekennzeichnet durch** einen Druckbehälter-Registerabschnitt (48), der über die Rohre (42) mit dem Flüssigkeit-Reservoir (38) kommuniziert.
- 15  
10. Vorrichtung nach Anspruch 5 oder 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** der erste Anschluss (24) für das Zuführen von Arbeitsmitteldampf (35) aus der Expansionsmaschine (16) durch einen in einem porösen Körper (58) ausgebildeten Dampfkanal (56) mit dem Flüssigkeit-Reservoir (38) kommuniziert oder der erste Anschluss für das Zuführen von Arbeitsmitteldampf (35) aus der Expansionsmaschine (16) durch einen Dampfkanal (56) mit dem Flüssigkeit-Reservoir (38) kommuniziert, der in einen Plattenstapel mit darin ausgebildeten Dampfkanälen mündet, oder dass der erste Anschluss (24) für das Zuführen von Arbeitsmitteldampf (35) aus der Expansionsmaschine (16) durch einen Dampfkanal (58) mit dem Flüssigkeit-Reservoir (30) kommuniziert, wobei der Dampfkanal (58) in einem einseitig abgeschlossenen Rohrkörper (66) mit Mikroöffnungen (68) verläuft.
- 20  
11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 4 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Druckbehälter (22) einen vierten Anschluss (50) für das Einleiten von flüssigem Arbeitsmittel (30) aus dem Kondensator (18) in das Flüssigkeit-Reservoir (38) hat.
- 25  
12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Kondensator (18) als ein Plattenwärmetauscher ausgebildet ist, der dem Arbeitsmittel-Sattdampf (36) Wärme entzieht und auf durch den Plattenwärmetauscher strömendes Kühlwasser überträgt und/oder **gekennzeichnet durch** eine Speisepumpe (32) für das Fördern von flüssigem Arbeitsmittel (30) aus dem Druckbehälter (22) in den Arbeitsmittelverdampfer (14).
- 30  
13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Arbeitsmittelverdampfer (14) als ein Wärmetauscher ausgebildet ist, der Wärme aus einem durch den Wärmetauscher strömenden Fluid (54) auf das Arbeitsmittel (30) überträgt.
- 35  
14. Vorrichtung nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Fluid (54) ein gasförmiges Fluid, insbesondere Rauchgas ist.
- 40  
15. Verfahren für das Betreiben eines Arbeitsmittelkreislaufs (12), in dem flüssiges Arbeitsmittel (30) verdampft und als dampfförmiges Arbeitsmittel einer Expansionsmaschine (16) zugeführt wird, in der das Arbeitsmittel entspannt wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** das in der Expansionsmaschine (16) entspannte Arbeitsmittel zunächst durch Abkühlen in einem Dampfkühler (20, 20', 20'', 20''') in Arbeitsmittel-Sattdampf (36) und erst darauf durch Kondensieren in einem Kondensator (18) in flüssiges Arbeitsmittel (30) überführt wird, das wieder verdampft und für das Entspannen an die Expansionsmaschine (16) bereitgestellt wird.
- 45  
16. Verfahren nach Anspruch 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** in dem Kondensator (18) gebildetes flüssiges Arbeitsmittel (30) zum Dampfkühler (20, 20', 20'', 20''') zurückgeführt wird.
- 50  
17. Verfahren nach Anspruch 15 oder 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** Arbeitsmitteldampf aus der Expansionsmaschine (16) unterhalb eines Füllstandsniveaus des flüssigen Arbeitsmittels (30) in einem Flüssigkeit-Reservoir (38) des Druckbehälters (22) in das flüssige Arbeitsmittel (30) eingeleitet wird.

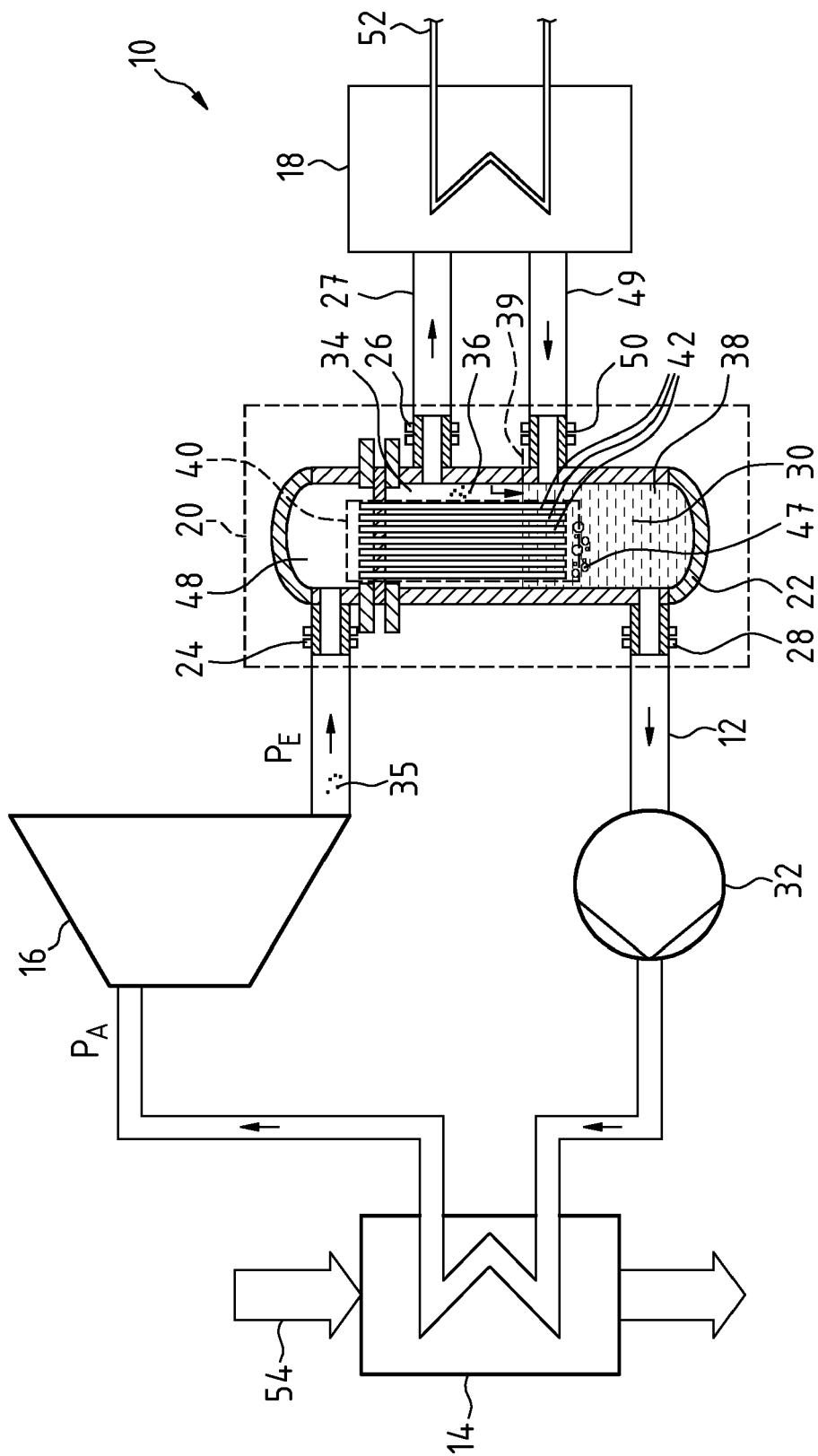


Fig. 1

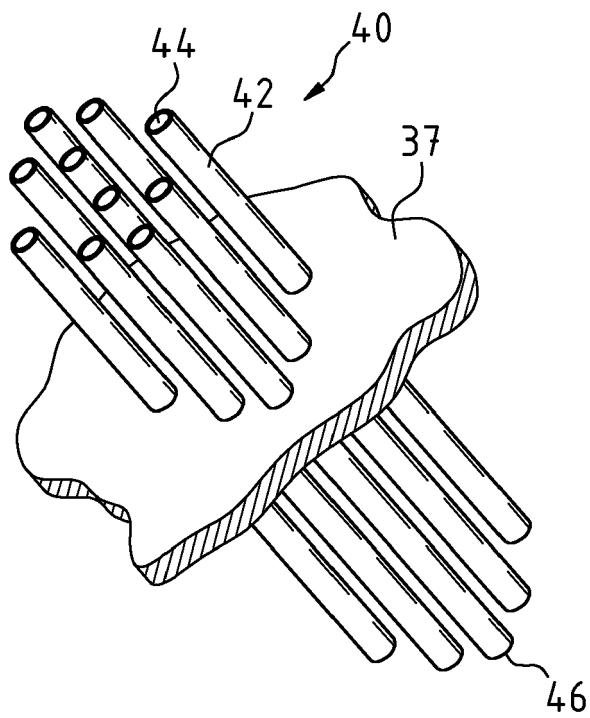


Fig.2

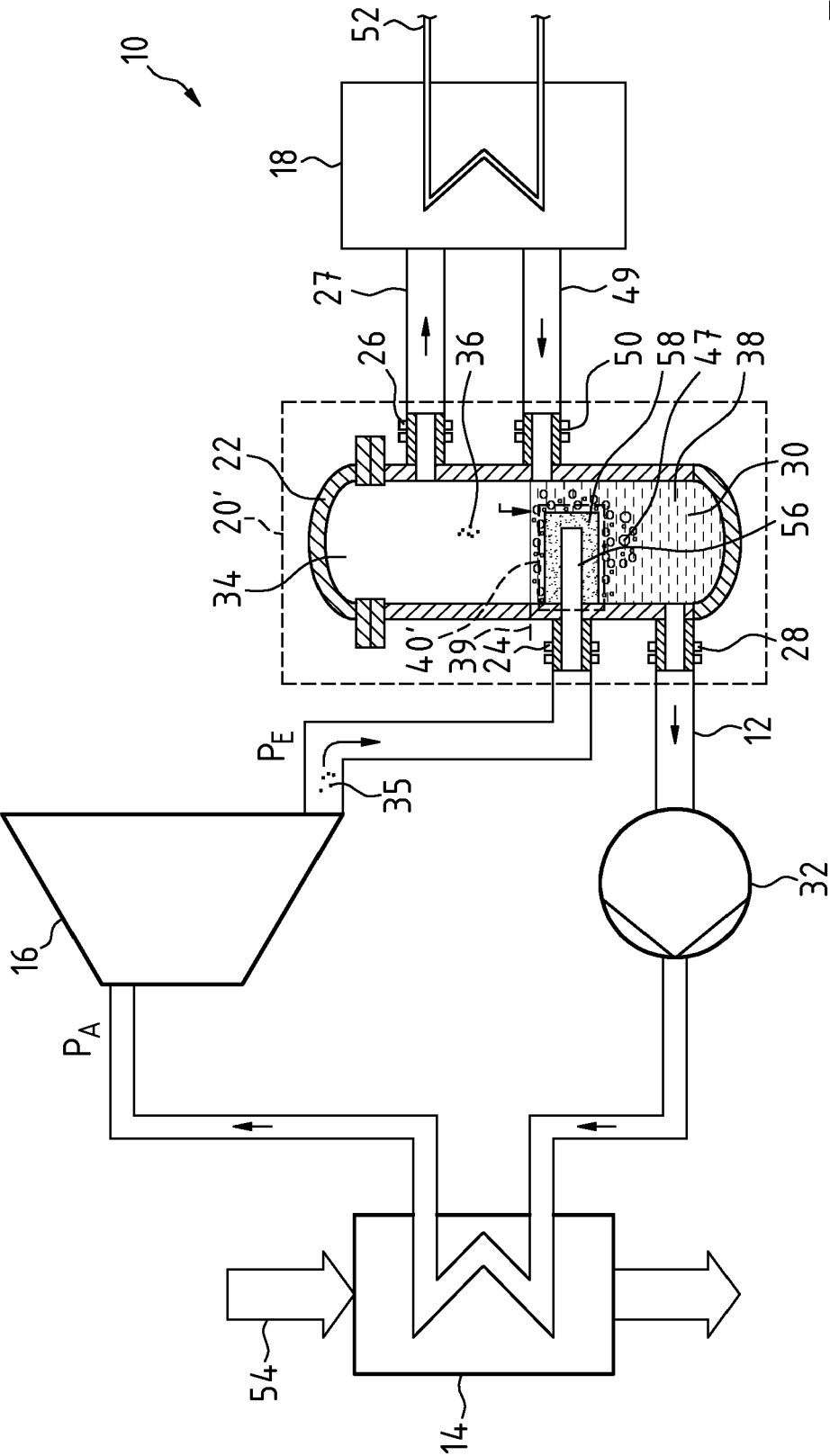


Fig.3

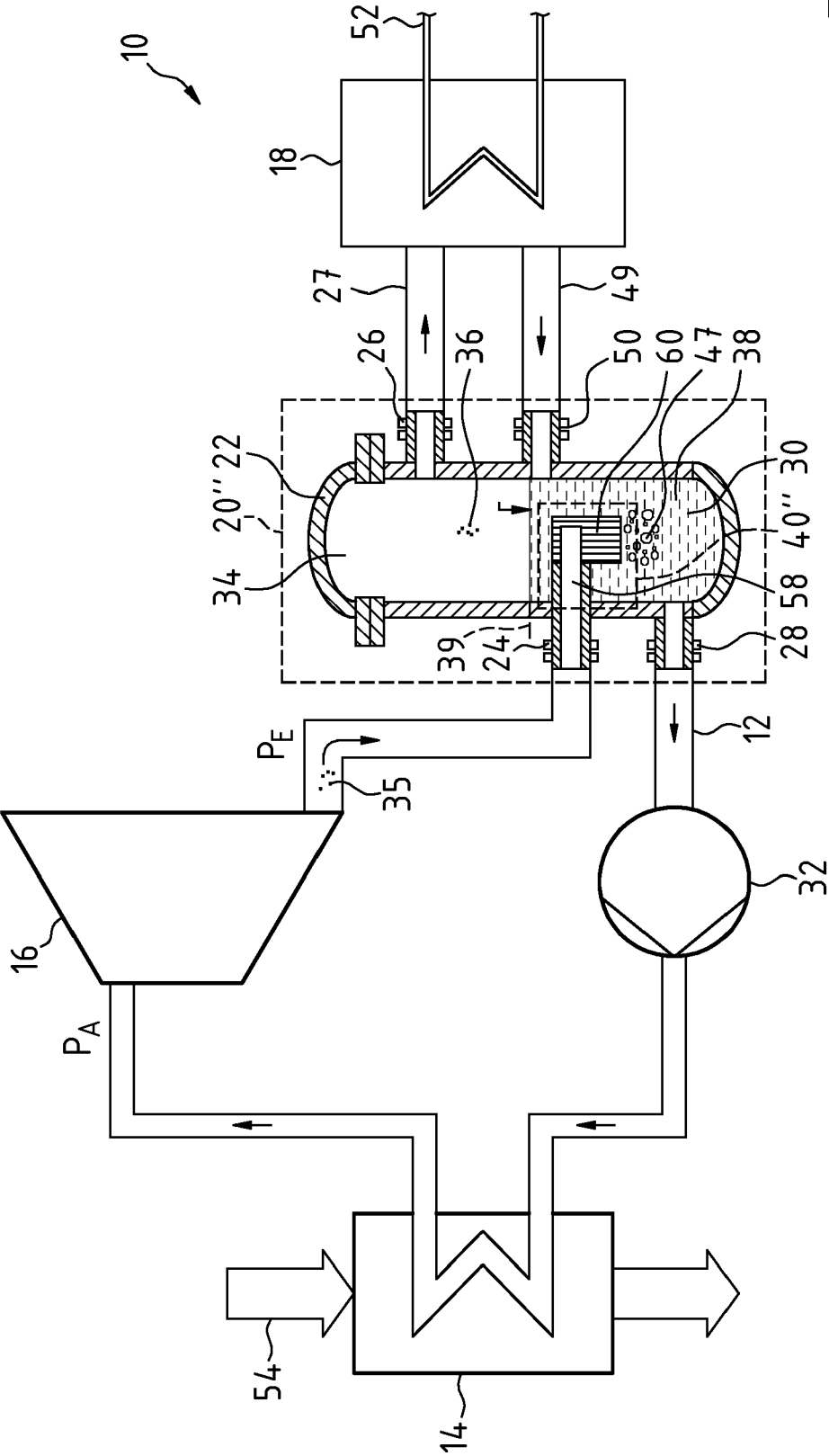


Fig.4

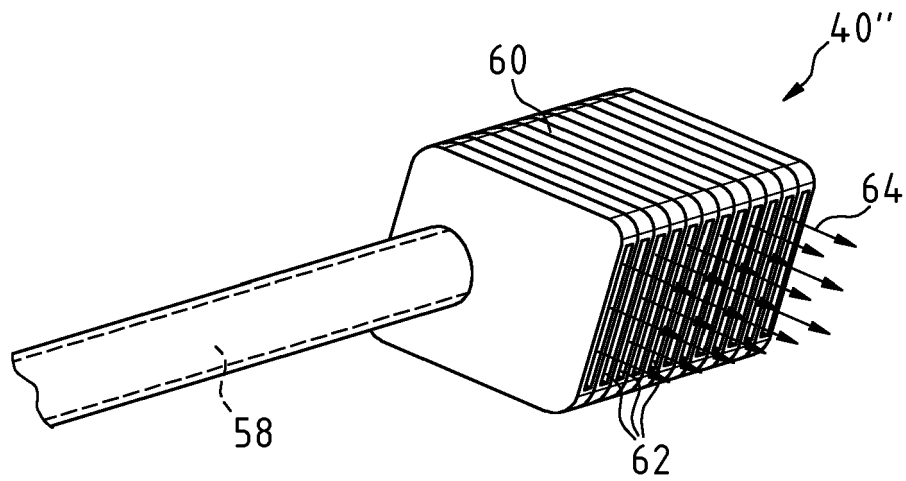


Fig.5

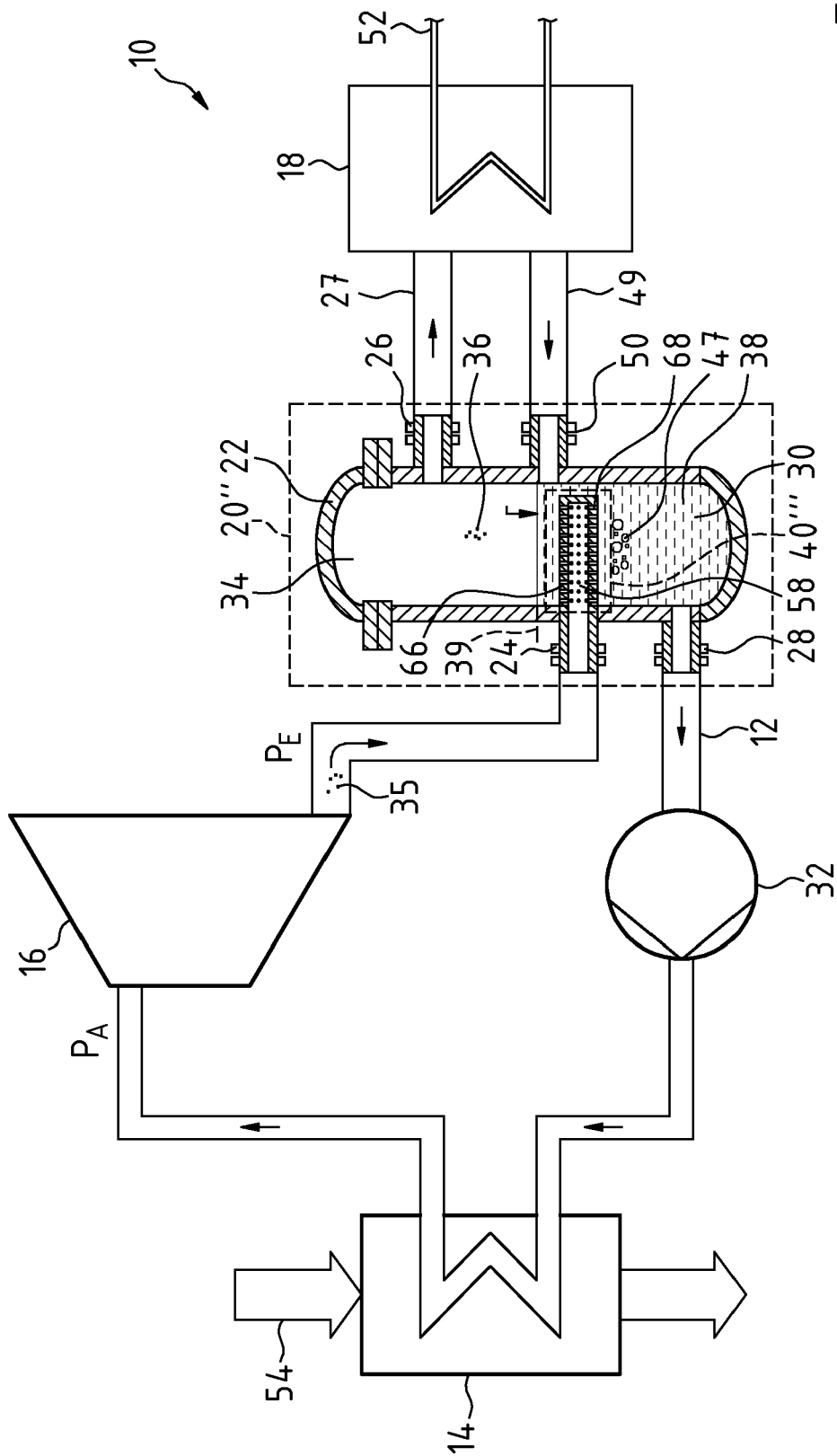


Fig.6

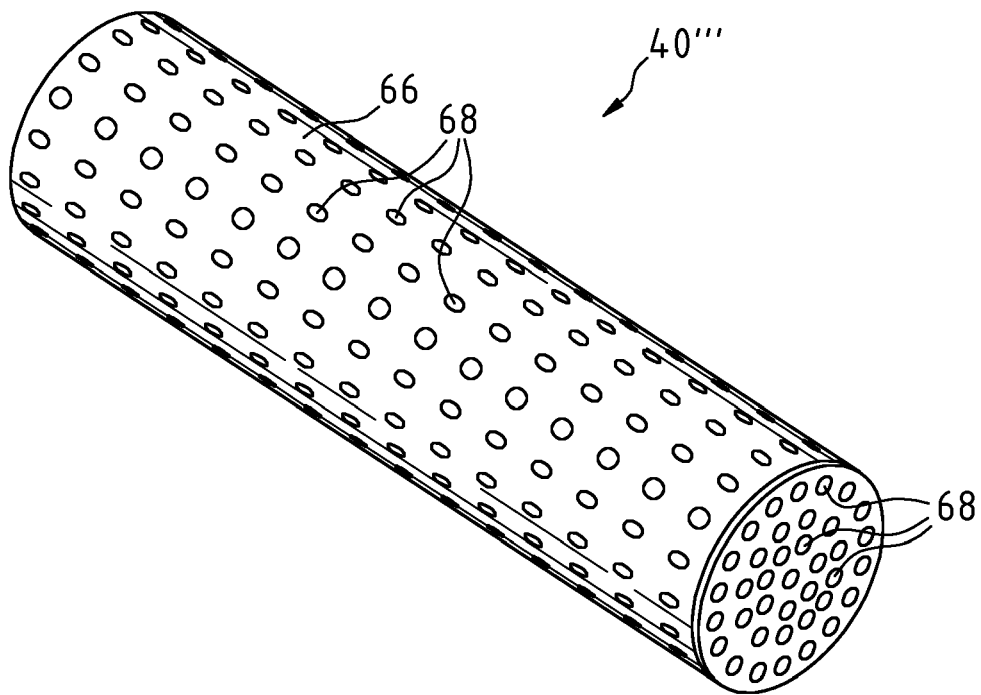


Fig.7



**IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente**

- US 20180353873 A1 [0008]
- DE 102017125355 B3 [0009]